

Különböző szemléletek a tápanyag-utánpótlás alapelveiről

A mezőgazdaság teljesítőképességét meghatározó növénytermesztés a tápanyag-utánpótlás színvonalának is függvénye. A régebbi gazdálkodási rendszerek sikere attól függött, hogy mennyiben sikerült a növényi tápanyagokat a talajba juttatni istállótrágyával, illetve a nitrogén többletét biztosítani pillangós növények termesztésével. A jelenkori földművelési rendszerek élelmiszertermelő kapacitásának egyik meghatározója a műtrágya lett, az élelmiszer és a műtrágya kifejezések sokszor szinoním értelemben használatosak. A 70-es évek elejével fellépett energiaválság, valamint a közvélemény növekvő aggodalma a kemikáliák környezetkárosító hatása miatt napjainkra sok helyen kikényszerítették a környezetkímélő tápanyagpótlás gyakorlatát Nyugat-Európa és az Egyesült Államok farmgazdaságaiban. E dolgozat célja, hogy bemutassa a növénytáplálás terén külföldön kialakult gyakorlatot, valamint az azzal kapcsolatos újabkori szemléleteket a környezetvédelem tükrében.

Milyen hatással van a modern mezőgazdaság környezetére?

Az agrárkörökben a közelmúltig uralkodó általános felfogás szerint a modern mezőgazdaság egyértelműen vagy alapvetően jótékony hatású környezetére. E szemlélet főbb elemei az alábbiakban összegezhetők (COOKE, 1982; GEISLER, 1988; USDA, 1980):

1. A kemizálás eredményeképpen látványosan nőtték a termések. Ez azt is jelenti, hogy több oxigén termelődik. Mivel a növények a fotoszintézis során felhasználják és élelemmé alakítják a levegőben lévő széndioxidot, a talajba kerülő szennyeződések és ásványi elemeket, egyaránt tisztítják a levegőt, a talajt és a talajba szivárgó vizeket.

2. A nagyobb termés jobb talajfedettséggel jár, így csökken a talajpusztulás (víz- és szélrózsió), közvetve a gyomosodás, ill. a gyomborítottóság. A nagyobb termés több tarlót és gyökérmaradványt hagy vissza javítva a talaj szervesanyag-mérlegét, szerkezetét, biológiját, összességében a termékenységet.

3. Hasonlóképpen a növényvédő szerek is (a nagy termés védelme révén) áldásos hatásúak. A pozitív hatás kifejtése után a talajokban lebomlanak, mérgező jellegüket elvesztik és nem kerülnek az élelmiszerláncba szakszerű alkalmazás esetén. A szakszerűséget pedig az állami felügyelet, növényegészségügyi szolgálat és a gazdák képzettsége biztosítja.

4. Műtrágyázással olyan anyagokat viszünk a talajba, melyek a természetből fogva benne vannak, csak nem kielégítő mennyiségben. Ezek alapvetően a nitrát, foszfát, szulfát anionok, valamint a kálium, kalcium, ammónium, magnézium kationok. A műtrágyák megnövelik a talaj természetes iontartalmát abból a célból, hogy kielégítő terméseket kapjunk.

5. A túltrágyázás, ill. a szakszerűtlen alkalmazás és a vele kapcsolatos környezetszennyezés nem általánosítható és csak lokálisan fordulhat elő. A mű-

trágyák nemkívánatos mellékhatásainak elhárítására hatásos módszereket ismerünk. A savanyító befolyás meszezéssel ellensúlyozható. A nitrátosodás lassan ható műtrágyák alkalmazásával, ill. többszöri megosztott adagolással elkerülhető. A felszíni vizek eutrofizációjában a műtrágyák szerepe amúgy is csak néhány %-ra tehető és a rutin erózióellenes beavatkozásokkal megszüntethető.

6. A talajok és vizek szennyeződéséért alapvetően nem a mezőgazdaság a felelős. Az ipari és kommunális szennyvizek és szennyvíziszapok, mint pontszerű források okozzák a nitrátosodást, a nehézfémterhelést, ill. a felszíni és talajvizek romlását. A kemikáliák használatának bírálata, szükségességük megkérdőjelezése az egész társadalom és az emberiség jóléte elleni támadással egyenlő. A kemizálás, ill. tágabban az egész mezőgazdasági tevékenység környezetkárosító voltát taglaló vélemények pedig egyszerűen zsumalisztikának minősíthetők.

Az újabb vizsgálatok tükrében egyre inkább terjed az a vélemény, hogy a mezőgazdaság talán nem kevésbé járul hozzá környezetünk pusztulásához, mint az egyéb emberi tevékenység (ipar, közlekedés, városiasodás). Mind Kelet-, mind Nyugat-Európában kialakultak az ún. "iparszerű" termelési rendszerek. Napjainkra bukásukat éppen az okozta, hogy a gyakran természetellenesen nagy méretű táblákon folytatott monokultúrás termesztés gép, vegyszer és energia éhsége szinte kielégíthetetlennek mutatkozott. A hónapokon át fedetlen talajon felgyorsult az erózió, az öntözött területeken előrehaladt a szikesedés és a láposodás. Erősödött az ellenálló gyomflóra, jelentkezett a monokultúrák hatványozott műtrágyaigénye és betegségérzékenysége. Az üzemek specializálódtak, elvált a növénytermesztés az állattartástól. Mindezzel együtt járt a fa-

jokban elszegényedő környezet (KÁDÁR, 1992; MINEEV & REMPE, 1991; STAUB, 1985). Bizonyos értelemben találó az "iparszerű" elnevezés, hiszen az ipari eredetű anyagok (gépek, kemikáliák, műanyagok) felhasználása meghatározza a termelést és a termelés költségeit. Másrészről ez a gazdálkodási mód létrehozza, ill. fenntartja a kiszolgáló vegyipart, gépipart és igényli a szállítást, a nagymérvű közlekedést is. Tehát elidézje annak a szennyezésnek, melyet ez a háttér energiatermelés, ipar és közlekedés hoz létre. Mindez nem elhanyagolható terhelést jelent a környezetre Európa sűrűn lakott körzeteiben.

Ami konkrétan a tápanyagpótlást és műtrágyákat illeti, az újabb szempontok az alábbiakat hangsúlyozzák (KÁDÁR, 1992; STAUB, 1980; MINEEV, 1984; IPI, 1990; BRUNET, 1990; KUNZMAN & MATTEL, 1990):

1. Az "iparszerű" termelés során a műtrágyázás nem kivételes egyedi jelenség, hanem általános. A gazdálkodási mód a tápanyagbőség elvén és gyakorlatán alapszik, a tápanyag nem kerülhet minimumba. Ezt fenntartja a vulgáris input-output szemlélet, tehát a több műtrágya - több termés összefüggés abszolutizálása. Alapja az a konzervativizmus, amely a korábbi évtizedek szemléletének és gyakorlatának (amikor a talajok még valóban tápanyagszegények voltak) újratermelését jelenti a már megváltozott körülmények (feltöltött gazdag talajok, dráguló műtrágya) között.

2. A műtrágyák fele vagy kétharmada gyakran vívőanyag. A kálisóban pl. 40-50 % a klorid, melyet a legtöbb növény nem igényel, sőt káros mind a talajra, mind a növényre. Természetidegen a műtrágyákban lévő szabad sav és olyan nemkívánatos nehézfémek, mint pl. a kadmium, stroncium, urán, arzén, higany, stb. Ezek egy része nemcsak a talajban halmozódhat fel, hanem a takar-

mány-élelem láncon keresztül az emberre is veszélyt jelentenek.

3. Az intenzív műtrágyázással sok olyan vegyületet juttatunk a talajba természetellenes formában, arányban és mennyiségben, melyet csak részben vagy egyáltalán nem köt meg. A talajok megkötő, ill. visszatartó képessége véges. A környezeti terhelést csak egy határig képesek pufferni és "áteresztővé" válnak. Megnöhet a nitrát-, klorid-, szulfátionok, valamint a nehézfémek, oldható összes só mennyisége. A túlbő kínálatot a növény már nem képes hasznosítani, ezek az anyagok szennyezővé válhatnak és a talajvizekbe, erózióval és felszíni vizekbe juthatnak. Amint az 1. táblázat adatai mutatják, a talajvizek sóterhelésében a mezőgazdaság szerepe meghatározó lehet (STAUB, 1980).

1. táblázat

A talajvizekbe mosódó sók mennyisége
Pfalz megye, Németország, kg/km²/év

Szennyező forrás	Szulfát	Klorid	Nitrogén
Temetők	0,0	0,3	4,3
Csatornák	0,3	0,4	0,1
Szeméttárolók	25	78	13
Mezőgazdaság	996	1494	1370

A talajtermékenység megőrzése a "biológiai" farmergazdaságban

A kemizált mezőgazdasági termelés mellett, ill. vele szemben már korábban különböző biodinamikus irányzatok alakultak Ny-Európában és az Egyesült Államokban. Részarányuk ma sem jelentős, ritkán éri el az 1-2 %-ot. A fogyasztók egy kisebb hányada azonban hajlandó magasabb árat fizetni termékeikért, hogy vegyszermentes ételhez jusson. A szerves gazdálkodás irányzatához tartozók az élőlényhez hasonló organizmus-

nak tekintik gyakran a mezőgazdasági üzemet. A stabilitást a zárt anyagforgalom (szerves anyagok, trágyák visszajuttatása) valósítja meg. Szélsőséesebb képviselők kategorikusan tiltják a kémikáliák, köztük a műtrágyák használatát.

A hangsúlyt a talaj tartós humuszának növelésére, az aerob bomlás elősegítésére, a vegyes kultúrákra és a táj védelmére helyezik. Nem szántanak túl mélyen és gyakran, a talaj lazítását döntően a növényekre és a földigilisztákra bízzák. Természetes módon kívánják elérni a talaj beéredettségét állandó növényi fedettséget biztosítva. A kisebb gerinces állatok, kételtűek számára élőhelyeket tartanak fenn. Nem törekednek mindenáron a maximális termés elérésére, felszántva a lehetséges területeket. Meghagyják az erdő, nádas, tavak, rétek és legelők, kert és gyümölcsös sokféleségét (STAUB, 1980, 1985; MINEEV, 1984).

Az ökológiailag kívánatos tápanyagpótlás alatt főként a növényi hulladékok, szerves trágya, valamint a kőporok és algalisztek felhasználását értik. Ezek az anyagok lassan adják le tápelemeiket, közvetett és sokoldalú tápanyagforrást jelenthetnek a növénynek. Vízoldható elemeket alig tartalmaznak, viszont növelik a talaj humuszanyagát és a talaj élővilága közvetítésével fejtik ki hatásukat. A túl sok trágyalé, fahamu, kálium- és magnéziumsók sem kívánatosak viszonylagos oldékonyságuk miatt. A trágyalét finoman elosztva tág C/N arányú szalmával javasolják felhasználni, ill. a komposztok készítésénél hasznosítani (STAUB, 1980; USDA, 1980).

A biológiai gazdálkodás követői szerint a műtrágyázás hozzájárul a talajélet, növény, állat és ember degradációjához (KÁDÁR, 1992; STAUB, 1980, 1985):

1. A talaj egyoldalúan telítődik könnyen oldható primér tápelemekkel, természetellenes módon, amikor műtrágyákat alkalmazunk vagy szennyvizekkel öntözünk. Ennek következtében a nö-

vényben is túlsúlyba jutnak a mozgékonyabb és egyszerűbb "szerkezet nélküli" vegyületek a polimerek rovására, szabad aminosavak a fehérjékkel, redukáló cukrok a poliszaharidokkal, szerves sók a szerves vegyületekkel szemben.

2. Mindez hiányos anyagcseréjű, csökkent betegségellenállóságú növényt eredményezhet. A kártevők feladata viszont elpusztítani a selejtes szervezeteiket, így egyre inkább rá vagyunk utalva a kémiai növényvédelemre. Utóbbi kitermeli az újabb ellenállóbb élősködő szervezeteket és kialakul a környezetterhelő ördögi kör.

3. A növények élettani és kémiai összetételének romlása csökkenti az eltarthatóságot, egyre több konzerváló anyagot igényelve az élelmiszeriparban. Romlik a termékek íze, zamata, minősége.

4. Az iparszerű állattartó telepeken hormonokkal, vitaminokkal, ásványi sókkal dúsított (de hiányos anyagcseréjű) takarmányokkal táplált állatokon nő a meddőség, a spontán vetélés és lecsökken a betegségellenállóság.

5. A humán civilizációs betegségek részben az ipari élelmiszer-előállítás következményei. Ez megmutatkozik az emésztőszervek funkcionális zavarai (fogazat, gyomor, máj, epe), valamint hozzájárul a szív- és érrendszer, az izületek és a bőr, a légző és ivarszervek káros működéséhez. A degeneratív egyedek növekvő számát többen szintén a tápláléklánc említett anomáliáival hozzák összefüggésbe.

Tápanyagpótlás a környezetkímélő fenntartó farmergazdaságokban

A fejlett országok mezőgazdaságában a fenntartó (alternatív) gazdálkodás válik általánossá. Nem minden rossz, amit a modern mezőgazdaság jelent és nem minden jó, amit biológiai neveznek.

Azokat az elemeket kell érvényre juttatni, melyek jobban megfelelnek a társadalom jelenlegi és hosszútávú érdekeinek. Az organikus gazdálkodással szemben felhozható, hogy (KROMER et al., 1991; MEURER, 1991; VEREIJEN, 1990):

1. A szerves trágyákból és komposztokból esetenként több só, nitrát, nehézfém juthat a földekre és a talajvizekbe, mint a mérsékelt műtrágyázás nyomán. A műtrágyát egyébként sem helyettesíthetik mindenütt szerves trágyával, hiszen azok nem állnak korlátlanul rendelkezésre.

2. Műtrágyák nélkül a termések valóban lecsökkennének, illetve a termékek ára nőhetne. Számos betegség, ill. kártevő ellen biológiai módszerekkel nem lehet eredményesen védekezni.

3. Nem állítható egyértelműen, hogy a biológiai módszerekkel termelt élelmiszerek egészségesebbek. Sőt, számos körzetben az ásványi trágyázás bevezetésével váltak a talajok, növények, állatok, emberek egészségesebbé. Az ember soha nem élt oly sokáig erejének teljében, mint ma.

4. Minden termesztési mód biológiai a mezőgazdaságban, hiszen élő szervezetek közreműködésével valósul meg.

A szakmai körökben meglehetősen általánosan elfogadott vélemény szerint nem a trágyázásról vagy műtrágyázásról, a növényvédelemről, vagy a mechanikai művelésről kell lemondanunk. Szakítani kell viszont az értelmetlen túltermeléssel, túlvédekezéssel, túltrágyázással. Megszüntetetendők a természetellenes nagy táblák, monokultúrák. Ki kell használni a növényváltás előnyeit. A trágya funkciója nem más, mint a talaj hiányzó elemeinek pótlása. A valóban szakszerű trágyázással a talaj hiányosságait pótoljuk. Az eredmény a termékenyebb és egészségesebb talaj, növényi produkció, állatvilág és emberi közösségek. A szakszerű tápanyagpótlást lehetővé teszik a tudományos igényeknek megfelelő trá-

gyaigény-becslési eljárások (EIGNER, 1990; KLOEPFER et al., 1992; VETTER & FRÜCHTENICHT, 1979; MATZEL & HEINRICH, 1990).

Az alternatív gazdálkodásban nem törekednek mindenáron a maximális termések elérésére, de gazdaságosságra igen. A csökkenő hozadék törvénye szerint a gazdasági optimum a termésmaximum alatt helyezkedik el. A szükséges trágyaadag pontosan nem határozható meg, csupán becsülhető. Az időjárás előre nem ismerhető meg, a termések pontosan nem tervezhetők, a talaj tápanyagszolgáltatása a tenyészőidő körülményei függvényében alakul. Az új trágyázási filozófia alapjait az alábbiakban lehet összefoglalni:

1. A maximális termés biztonsága érdekében eddig túltrágyáztak. A környezet biztonsága érdekében most enyhén alátrágyáznak.

2. A forgó leginkább trágyaigényes növényéhez igazodott a trágyázás. Most megelégednek az átlagos trágyaigény kielégítésével.

3. Korábban a jó vagy igen jó ellátottság elérése volt a cél, tehát a talajok tápelem-feltöltöttségére törekedtek. Most a kielégítő ellátottságot tekintik alapnak és az évenkénti mérsékelt fenntartó trágyázás biztosítja a kielégítő termés-szinteket.

A trágyázási szaktanácsadás alapjai és üzemi gyakorlata

A trágyaszükséglet megállapításának alapelvei lényegében azonosak minden fejlett országban. A talaj tápanyag-ellátottságát talajvizsgálatokkal (TVG) állapítják meg, mely a legkülönbözőbb kémiai módszerekkel történhet. Európában terjed az ammonacetát + EDTA kioldás, mint univerzális módszer, amely a legtöbb makro- és mikroelemek meghatározására egyaránt alkalmasnak látszik. A felvehető tápelemek széles skáláját 20-25

elemre kiterjedően, ICP technikát alkalmazva határozzák meg. A kémiai úton nyert talajvizsgálati jellemzőket szabadföldi kísérletekben kalibrálják, hogy élet-tani értelmet nyerjenek. A talaj tápanyag-ellátottsága, valamint a termésszintek függvényében javaslatokat, irányszámokat adnak a trágyázásra (KERSCHBERGER & PODLESHAK, 1990; SIMÁN, 1990; ANDRES, 1990; BAIER, 1975é STEINECK, 1981).

A tervezett termés fajlagos, azaz 1 t főtermék + a hozzátartozó föld feletti melléktermés tápelemtartalmát a 2. táblázat foglalja össze. A táblázat szerint pl. az 1 t napraforgó kaszattermés létrejöttéhez (a hozzátartozó tányér + szárral) átlagosan 40 kg N, 20 kg P_2O_5 , 70 kg K_2O , 30 kg CaO és 17 kg MgO szükséges. Amennyiben 3 t/ha kaszattermessel számolunk, az NPK-igény az alábbi lesz: 120 kg N, 60 kg P_2O_5 , 210 kg K_2O .

Ezután figyelembe veszik a talaj ellátottságát és annak fokozatai alapján a tervezett termés elemigényét módosítják. Amennyiben a talaj várhatóan fedezi a termés igényét, trágyázásra nem lesz szükség. A magas vagy károsnak minősülő ellátottságon a pótlólagos trágyázás (a pocsékoláson és környezetszennyezésen túlmenően) termés-csökkenést, illetve minőségromlást eredményezhet.

A cél itt a már nemkívánatosan magas elemellátottság csökkentése. A trágyázást szüneteltetik és csak az újabb vizsgálatok tükrében kerülhet sor trágyák alkalmazására, esetleg pár év múlva. Amennyiben a kötöttebb és humuszosabb talajokon rendelkezésre állnak a vetés előtti ásványi N-készlet adatai, úgy a 0-60 cm réteg NO_3-N mennyiségével a N-igény csökken.

Azaz ha pl. a talajban legalább 120 kg NO_3-N /ha található a felső rétegekben vetés előtt, ezt műtrágya-N egyenértékűnek tekintik és ilyen esetben nem igényel N-műtrágyát a 3 t/ha napraforgó kaszat-

2. táblázat
Főbb szántóföldi növények átlagos fajlagos tápelemigénye
(kg/t betakarításkori főtermésre számolva)

Sor-szám	Növény faj	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1.	Búza	27	11	18	8	7
2.	Rozs	26	12	20	10	4
3.	Őszi árpa	27	10	20	7	4
4.	Tavaszi árpa	23	9	18	12	4
5.	Kukorica	25	11	20	8	7
6.	Cukorrépa	4	1	6	2	1
7.	Burgonya	5	2	7	2	2
8.	Borsó	50	17	35	35	8
9.	szója	62	37	64	40	35
10.	Lucerna széna	27	7	20	30	5
11.	Here széna	23	5	20	25	6
12.	Napraforgó	41	20	70	30	17
13.	Repce	100	45	120	100	34
14.	Olajlen	40	13	50	40	14
15.	Rostlen	12	6	12	10	3
16.	Rostkender	5	4	8	14	2
17.	Silókukorica	2,7	1,2	3,5	1	0,5
18.	Egyéb takarmány	3,0	1,0	3,0	2	0,4

termése kötöttebb humuszos talajon. A túlsúlyra érzékeny növényeknél mint a cukorrépa, dohány és részben a napraforgó, csak akkor adnak nitrogént, ha a hiány fellelését újólagos TVG vagy NVG (növényvizsgálati) adatokkal igazolni lehet, vagy a helyszínen egyértelműen diagnosztizálható a N-alultápláltság.

A tápanyagokkal jól vagy kielégítően ellátott táblákon trágyahatás nem várható. Cél az ellátottsági szint megőrzése, esetleg csökkentése az ellátottsági zóna alsó határáig. A túltrágyázásra érzékeny növényeknél ugyanis a trágyázás terméscsökkenést vagy minőségromlást eredményezhet. Így pl. a P-Zn antagonizmus miatt Zn hiánya jelentkezhet a foszforral jól ellátott meszes talajon. A PK-trágyázás szüneteltethető a nem trágyaigényes növényeknél, a tervezett termés

PK-igényének felével számolnak a részben trágyaigényeseknél és teljes visszapótlásra törekednek a trágyaigényes kultúráknál. Az ellátottsági zóna alsó határán már a fenntartó trágyázást javasolják a forgó egészére, mely képes megőrizni a talaj termékenységét.

Közepes ellátottságon nagy termések már nem érhetők el jelentősebb tápanyagpótlás nélkül. A forgó egészére a 1,5-szeres, tehát talajgazdagító trágyázás indokolt, hiszen a talaj nem kielégítően ellátott. A nem trágyaigényesebb kultúrák tervezett termésének fajlagos igényét is biztosítjuk. Célunk a talaj ellátottságának lassú növelése, feltöltése PK-elemekkel, hogy a talaj hiányosságait pótoljuk és termékenysége helyreálljon.

A gyenge vagy igen gyenge ellátottságon minden növény jelentős trágyázást igényel, különösen homoktalajon. A gaz-

daságos termések elérésére trágyaigényes növényeknek 2-3, a kevésbé igényeseknek 1,5-2 fajlagos szorzófaktorral számolnak. Cél nemcsak a termésvesztés elkerülése, hanem a talaj termékenységi - tápláltsági szintjének gyors növelése. A nitrogénre a korábban elmondottak érvényesek.

Összefoglalva: a trágyázásnak kettős célja van. Egyrészt elkerülni a termésvesztést az alul- vagy túltrágyázásból eredően. Másrészt a talaj termékenységének megőrzése, ill. a tápelem-ellátottság fenntartása a kielégítő szinten, ahol a trágyázás gazdaságilag hatékony és nem terheli feleslegesen a környezetet. A PK-trágyázás alapelveit tükrözi a 3. táblázat, mely a visszapótlást számszerűsíti egy hosszabb időszakra, a vetésforgó egészére.

3. táblázat

A P és K pótlásának irányelvei vetésforgóban a talaj ellátottsága, valamint a növény trágyaigénye függvényében

Ellátottság a talajban	A visszapótlás intenzitása*		
	Trágya igényes	Nem igényes	Forgó egésze
Károsan magas	-	-	-
Jó	1	-	0,5
Kielégítő	1,5	0,5	1,0
Közepes	2,0	1,0	1,5
Alacsony	2,5	1,5	2,0

*Visszapótlás a terméssel kivonathoz viszonyítva (szorzófaktor)

A tápanyagpótlást módosító egyéb tényezők számszerű figyelembevétele

A műtrágyaigény természetszerűen módosul annak függvényében, hogy mi történik a melléktermékekkel, mennyi szerves trágyát használnak, mi volt az elővetemény, stb. A legtöbb európai országban a módosító tényezőket az alábbiak szerint számszerűsítik (COOKE, 1982; GEISLER, 1988; KÁDÁR, 1992; IPI, 1990):

1. A N-igény csökken egy éves pillangós elővetemény után átlagosan 30, évelő pillangóst követően pedig az állománytól függően 40-60 kg/ha/év mennyiséggel.

2. A N-igény nő a humuszban szegény és nitrogénnel gyengén ellátott talajon, amikor tág C/N arányú és nagy tömegű szerves anyagot szántunk le. Ilyen a szalma, kukorica és napraforgó szár, stb. A javasolt N-kiegészítés 8-10 kg N/t származékra számolva.

3. A trágyaigény csökken, amennyiben az elővetemény termése lényegesen elmaradt a tervezettől valamilyen elemi kár, mint pl. szárazság, fagykár, betegség miatt. Az előző évben felhasznált trágyák utóhatását 50 %-kal veszik figyelembe.

4. A K-igény csökken kombájn betakarítás után. Az átlagos szem/szalma arány alapján számolva minden tonna szemtermés után a kalászosoknál 10, a kukoricánál 15, a napraforgónál 60 kg K_2O marad vissza a talajban. A korábbi példában említett 3 t/ha napraforgó szemmel tehát mindössze 30 kg K_2O /ha a veszteség, mert a leszántott tányérral és szárral 180 kg K_2O /ha a táblán marad.

5. Az NPK-igény csökken az alábbi módon 10 t közepes minőségű almos istállótrágya alkalmazásakor

	N	P_2O_5	K_2O
I. évben	20 kg	20 kg	40 kg
II. évben	20 kg	20 kg	30 kg
Összesen a forgóban	40 kg	40 kg	70 kg

6. Az NPK-igény csökken az alábbi módon minden m^3 átlagos összetételű hígtrágya alkalmazásakor:

Trágya	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Friss	1,5 kg	0,6 kg	0,9 kg
Állott	1,0 kg	0,4 kg	0,8 kg

7. A P₂O₅-igény nőhet mintegy 20-30 %-kal, amennyiben a talaj CaCO₃ készlete a 20 %-ot meghaladja a szántott rétegben. Hasonlóképpen a túlzott savanyúság esetén is, amennyiben a pH(KCl) 5 alatti a talajban. Mindez a gyenge és közepesen ellátott területeken javasolt.

A Közép- és Észak-Európában elterjedt ammonlaktát-oldható, azaz a felvehetőnek tekintett és Magyarországon is használatos TVG határértékeket a 4. táblázat foglalja össze (KÁDÁR, 1992). A felvehető P-tartalmakat a talaj reakcióállapota, míg a K-tartalmat a kötöttség függvényében kategorizálják. E kategóriákkal jellemzik a talajok foszfor- és kálium-ellátottságát. A 70-es és 80-as években javasolt átlagos N-adagokról az 5. táblázat adatai tájékoztatnak, néhány or-

4. táblázat

A talajok ammonlaktát-oldható PK-tartalmának javasolt határértékei a talajok mészállapota, ill. kötöttsége függvényében

Talajtulajdonság	A tápelem-ellátottság határérték koncentrációi				
	Gyenge	Közepes	Kielégítő	Magas	Káros*
<i>AL-oldható P₂O₅, mg/kg talajban</i>					
Savanyú	50 alatt	50 - 80	80 - 120	120 - 200	200 felett
Semleges	80 alatt	80 - 120	120 - 150	150 - 250	250 felett
Meszes	100 alatt	100 - 150	150 - 200	200 - 300	300 felett
<i>AL-oldható K₂O, mg/kg talajban</i>					
Homokos	80 alatt	80 - 120	120 - 160	160 - 200	200 felett
Vályog	100 alatt	100 - 150	150 - 200	200 - 250	250 felett
Agyagos	150 alatt	150 - 200	200 - 250	250 - 300	300 felett

*A túl magas koncentráció életani zavarokat okozhat a növényi tápelemfelvételben

5. táblázat

Javasolt átlagos N-adagok különféle növényekre néhány európai országban (kg N/ha/év) az 1970-es, 1980-as években

Növény	NDK	Anglia	NSzK	Ausztria
Őszi kalászos	50 - 140	30 - 125	30 - 130	80 - 130
Tavaszi kalászos	40 - 120	30 - 100	30 - 200	80 - 100
Sörárpa	30 - 70	0 - 100	30 - 150	0 - 50
Repce	120 - 250	100 - 300	100 - 300	120 - 160
Burgonya	60 - 200	30 - 220	100 - 300	100 - 140
Takarmányrépa	140 - 300	150 - 300	150 - 300	100 - 200
Cukorrépa	120 - 250	50 - 140	60 - 100	100 - 140
Silókukorica	80 - 160	-	100 - 350	100 - 220
Lucerna	0 - 140	-	0 - 150	-

6. táblázat
 Javasolt PK-adagok a talaj PK-ellátottsága függvényében Németországban
 (LUFA szaktanácsadás, átlagos terméssel számolva)

Növénycsoport Növényfaj	Ellátottsági kategóriák*					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
P_2O_5 , kg/ha						
Kapás növény, kaszáló	0	60	120	180	240	300
Repce, takarmánynövény	0	50	100	150	200	250
Pillangósok	0	40	80	120	160	200
Gabonaféle, legelő	0	0	40	80	120	160
K_2O , kg/ha						
Kapás növény, kaszáló	0	100	200	300	400	500
Repce, takarmánynövény	0	80	160	240	320	400
Pillangósok	0	60	120	180	240	300
Gabonaféle, legelő	0	30	60	90	120	150

* Kategóriák: 1: extrém magas; 2: jó vagy magas; 3: kielégítő; 4. közepes; 5. alacsony; 6. extrém alacsony

szág példája nyomán (COOKE, 1982; GEISLER, 1988; IPI, 1990; ÖDB, 1983).

A 80-as évek végén Németországban ajánlott, a PK-ellátottsági kategóriákhoz rendelt és növényre finomított PK-adagokat a 6. táblázat szemlélteti (VETTER & FRÜCHTENICHT, 1979).

A svéd mezőgazdaság megítélése környezetvédelmi szempontból

A skandináv államok, köztük a svédek, közismerten élen járnak a sérülékeny környezetük védelmében. Svédország közeledik a Közös Piac felé, mezőgazdaságát a szigorodó környezetvédelmi elvárásokhoz igazítja. Példája esettanulmányként szolgálhat a fejlett, jövőbeni farmergazdálkodásnak. A művelt terület 3 millió ha körüli, alig $\frac{1}{10}$ -e az összesnek. Az állattenyésztés északon a legelterjedtebb támogatott. Főbb termesztett kultúrák a kalászos növények, olajosok, cukorrépa és a burgonya, melyek a gyepekkel együtt a művelt terület nagyrésztét teszik ki. A mezőgazdaság bevételeit dön-

tően a tej és a hús jelenti, fő állata a szarvasmarha.

A gazdálkodás jellege Svédországban

Az 50-es évekig, ill. e század első felében a hagyományos gazdálkodás keretében még nem különült el az állattenyésztés és a növénytermesztés a farmokon. Az istállótrágya pótolhatatlanul értékes anyagnak számított és vetésforgók uralkodtak a herefüves gyeppel gabonagazdálkodás viszonyai között. Ma is meghatározó a családi farm 30-50 ha átlagos méretével, de a gazdálkodás jellege megváltozott. Bizonyos körzetekben az állattenyésztés dominál és itt a szerves trágya túltermelése okozza a legfőbb környezeti problémát. Másutt elkülönült a növénytermesztés, mely főként árugabonát, néha repcét, valamint Dél-Svédországban cukorrépát jelent. A környezeti gondok itt az alábbiakban jelentkeznek (BERTILSSON, 1990; GUSTAVSSON, 1990; ANDERSSON, 1990):

1. Ugrásszerűen megnő a növényekkel nem fedett és erózióknak kitett talaj aránya.

2. Megjelenik a kalászosokat reprezentáló leegyszerűsített vetésforgó, ill. monokultúra annak minden negatívumával.

3. Általánossá válik a talajok tömörödése, szerkezetromlása, szerves anyagban való elszegényedése.

4. A gazdálkodás erőteljesen függ a műtrágyáktól és a növényvédő szerektől, a túltrágyázás és a túlvédekezés gyakorlata, ill. kényszere zsákutcába torkollik.

Az elmúlt évtizedben bekövetkezett módosulások és szemléletváltás

Állami ösztönzésre ma már a művelt terület kb. 10 %-a parlagon marad az agrártútermelés (főként a gabona és tej) miatt. Viták folynak az alternatív növények termesztéséről energianyerésre, etanol gyártására. A műtrágya-felhasználás dinamikus növekedése már a 70-es évek közepén megtört és azóta csökkenő, főként a foszfor és kálium esetében. A gabonatermések trendje viszont továbbra is növekvő 5-6 t/ha országos szemtermésátlagokkal. A mezőgazdasági környezetszennyezés főbb forrásai az alábbiak (BERTILSSON, 1990; ANDERSSON, 1990):

1. A nitrogén- és foszfor terhelés, mely a talajok és a tavak túltáplálását eredményezte.

2. Az állattartó telepek ammónia szennyezése, mely a nitrát képződésén keresztül a svéd tavak elsavanyodását és eutrofizálódását gyorsítja.

3. A műtrágyák és szennyvíziszapok káros elem terhelése, mely a svéd talajokban főként a kadmium akkumulációját és ezzel együtt a tápláléklánc Cd-terhelését növeli.

Újabban alacsonyabb Cd-szennyezettséggel bíró foszforitokat használnak a műtrágyák gyártására, így a talajok Cd-felhalmozása 0,5-1,0 g/ha/év körül maradhat. Kísérleteznek Cd-mentes szuperfoszfát előállításával. A szennyvíziszapok felhasználását akkor engedélyezik mezőgazdasági területen, ha azok Cd-tartalma 5 mg/kg alatt van a száraz anyagban. A gazdák általában még így sem hajlandók földjeiken a szennyvíziszapokat használni.

Tápanyagpótlást érintő törvényi és jogszabályi korlátozások (BERTILSSON, 1990; GUSTAVSSON, 1990; ANDERSSON, 1990):

1. Az állatsűrűséget az állati trágyatermelés alapján limitálják, mégpedig a szervestrágya P-tartalma függvényében. Az összes felhasznált trágya-P mennyisége nem haladhatja meg a növények P-igényét. Utóbbi évente és hektáronként 20 kg elemi P körül adódik, azaz 40-60 kg P_2O_5 /ha. Mindez 1,6 tejelő tehén vagy 10 hízó sertés tartását engedélyezi hektáronként. A korlátozás ugyan 1995-ben lép életbe, de új farmok alapítása, ill. az állattenyésztés bővítése esetén már 1990 óta kötelező.

2. A szerves trágyák kijuttatása téli időszakban, december 1. és február 20. között tilos. A vízközeleli területeken és a déli körzetekben 1995-től csak a gyepek és az őszi vetések alá adható szerves trágya augusztus 1. és november 30. között. A közbülső időben gondoskodni kell a szerves trágya tárolásáról. A szarvasmarha tartásakor 8, míg a sertés és a baromfi tartásakor 10 hónapra elegendő tárolókapacitás szükséges 1995-től, a jelenlegi 5 hó helyett.

3. A kormány 20 %-os hozzájárulást nyújt a tárolókapacitás bővítéséhez maximum 25 ezer korona összeggel. Az átállítás érdekében a mintegy 20 ezer körüli, legalább 25 számos állattal rendelkező gazdaság ingyenes és kötelező szak-

tanácsadásban részesül. A szerves trágyák egyenletes kijuttatását segítő, központi kutatási és fejlesztési programok indultak a kiszolgáló technika (trágyaszórók, injektálók) színvonalának emelésére.

4. A nitrogén- és a foszforműtrágyákra kivetett környezetvédelmi adót 1988-ban már megduplázták. A "zöld adó" mértéke 0,60 SEK/kg N és 1,20 SEK/kg P_2O_5 , mely a vételárnak mintegy 10 %-át jelentette. Ezzel közel 20 %-os csökkenést kívánnak elérni. Amennyiben a trendek ezt a felhasználás-csökkenést nem valószínűsítik, a zöld adó mértéke nőni fog.

5. Cél a talaj minél teljesebb fedettsége lehetőleg egész évben. Szorgalmazták az áttelelő kultúrák, mint pl. a gyepek, az őszi vetésű gabonák és olajosok termesztését. Részben sűrítik a forgót a növényekkel, illetve köztesként szolgálnak. A köztes növény (catchcrop) fő funkciója, hogy hasznosítsa a talaj mobilis tápelemeit meggátolva kilúgzásukat, valamint csökkentse az eróziót. A szántók átlagos korábbi 40 %-os fedettségét 60 %-ra tervezik növelni 1995-re. A Nemzeti Mezőgazdasági Bizottság a terveket körzetekre konkretizálva is kidolgozta.

6. Külön programok indultak a környezetvédelmi beavatkozásokat megalapozó kutatások támogatására. Az ammónia szennyezést 1995-re 25, 2000-re pedig 50 %-kal kívánják csökkenteni. Az első lépést elérhetőnek ítélik a meglévő ismeretek és technikai megoldások alapján (istállótrágya helyes kezelése, kijuttatása, azonnali bedolgozása). A második fázis kiterjedt kutatásokat igényelhet: istállók ventillációja, hígtrágyák zárt rendszerben való mozgatása, stb.

Következtetések, tanulságok

1. A tápanyagpótlás gyakorlata üzemenként, sőt táblánként eltérő. A növények trágyaigényét ugyanis számos termőhely tényező befolyásolja, mint a talajok tápelemkészlete, szerkezete, humusztartalma, vízgazdálkodása. Meghatározó az egyes növények tápanyagfeltáró, ill. tápanyaghasznosító képessége is.

2. Az említett tényezők figyelembevételére a szaktanácsadók különböző módszereket, határértékeket és szemléletet alkalmaznak. Egységes szaktanácsadás nem létezik, egy országon vagy régióon belül is gyakran több tucat intézmény (műtrágyagyárak, egyetemek, önálló szaktanácsadó intézmények, kutatóintézetek, stb.) adhat szaktanácsot. A szaktanácsadás főbb alapelvei, melyet összeállításunk bemutatott, azonban általánosan elfogadottak.

3. Általános tendencia, hogy egyre több termésbefolyásoló tényező szám szerű figyelembevételére töreksenek az adott termőhelyen a hatékonyabb és racionálisabb szaktanácsadás megalapozásához. A talaj és növény elemzésén túl támaszkodnak a termőhelyen végzett szabadföldi kísérletek vagy próbák eredményeire és figyelembe veszik a klimatikus viszonyokat, táblatörzskönyvi adatokat, stb.

4. Az új technikák (számítógépek, programozott műtrágyaszórók, digitális adatbank és táblaszintű talajtermékenység térképek) lehetővé teszik, hogy az agrotechnikai és trágyázási beavatkozásokat a talajfoltok és táblarészek speciális igényei szerint differenciáltan végezzék. Az átlagos trágyázás ugyanis a tábla egyes részein túltrágyázást, másutt alultrágyázást eredményez. A differenciált beavatkozás egyaránt racionális és környezetkímélő.

5. Konkrét szaktanácsot csak a helyismerettel rendelkező szakember adhat.

A gazdálkodás módja, ill. a farmer prioritásai döntően befolyásolhatják a trágyázás módját, idejét, adagját. A fejlett országok tápanyagokkal jól ellátott talajain a szaktanácsadás egyik feladata, hogy rámutasson hol nem kell, esetleg nem szabad trágyázni a talajtermékenység és a környezet veszélyeztetése nélkül.

Irodalom

- ANDERSSON, A., 1990. Heavy metal problems in Swedish food production and food. Proc. Seminar. Rapport 51. 235-257. Landbruksak. Stockholm.
- ANDRES, E., 1990. Soil fertility data bank as a tool for site-specific K recommendations. In: Development of K-fertilizer Recommendations. 291-306. International Potash Institute, Bern.
- BAIER, J., 1975. The relationship between the available K reserve in soil and winter wheat maximum yields. Rostlinna Vyroba. 21. 779-785.
- BERTILSSON, G., 1990. Agriculture, environment and fertilizers. Swedish development. Proc. from Seminar. Rapport 51. 8-17. Landbruksak. Stockholm.
- BRÜNE, H., 1990. Bodenfruchtbarkeit - was ist das? Schweiz. Landw. 29. (1) 5-13.
- COOKE, G. W., 1982. Fertilizing For Maximum Yield. Crosby-Lockwood and Son Ltd. London.
- Development of K-fertilizer Recommendations, 1990. International Potash Institute, Bern.
- Düngefibel., 1983. Beratungsschrift. No. 1. ÖDB. Wien.
- EIGNER, H., 1990. Die umweltschonende EUF-Methode wird in Österreichs Ackerbaugebieten noch viel zu wenig angewendet. Agro-Zucker. 3. 3-6.
- GEISLER, G., 1988. Pflanzenbau. 3.2. Düngung. 212-231. Verlag Paul Parey. Berlin & Hamburg.
- GUSTAVSSON, J., 1990. Regulations within environment in Swedish agriculture. Proc. from Seminar. Rapport 51. 124-128. Landbruksak. Stockholm.
- KÁDÁR I., 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. AKAPRINT. Budapest.
- KERSCHBERGER, M. & PODLESHAK, W., 1990. Zielen die P-Düngungsempfehlungen auf ein Überversorgung der Böden mit Phosphor hin? Feldwirtschaft. 31. 435-436.
- KLOEPFER, F., MURPHY, D. & SCHNUG, E., 1992. Ertragskartierung zur gezielten Düngung. Landtechnik. 47. 177-178.
- KROMER, K. H. et al., 1992. Umweltbelastungen aus Gülle. Strategien zur Einschränkung. Landtechnik. 46. 449-452.
- KUNZMANN, R. & MATZEL, W., 1990. Ökologische Aspekte der Stickstoffdüngung. Feldwirtschaft. 31. 440-441.
- MATZEL, W. & HEINRICH, L., 1990. Nährstoffsparender und umweltschonender Düngereinsatz. Feldwirtschaft. 31. 438-439.
- MEURER, R., 1991. Lebensmittelverträglicher und umweltschonender Düngemitelein-satz in Landwirtschaft und Weinbau. Wasser u. Boden. 43. (2) 77-81.
- MINEEV, V. G., 1984. Agrohimiya i Bioszfera. Izd. Kolosz. Moszkva.
- MINEEV, V. G. & REMPE, E. H., 1991. Ekologicseszkie poszledsztvija dlit'el'nogo primenenija povüsenñih i vüszokih doz mineral'nüh udobrenij. Agrohimiya. 3. 35-49.
- SIMÁN, Gy., 1990. Ways of testing nutrient status in soil and plant. Proc. from Seminar. Rapport 51. 111-119. Landbruksak. Stockholm.
- STAUB, H. A., 1980. Alternative Landwirtschaft. Der ökologische Weg aus der Sackgasse. Fischer Taschenbauch Verlag. Frankfurt/Main.
- STAUB, H. A., 1985. Western experience with the costs and benefits of organic agriculture. Agrokémia és Talajtan. 34. Suppl. 129-144.
- STEINECK, O., 1981. Interactions of growth factors in yield formations in the continental climate. In: Agricultural Potentials in Continental Climates. 175-198. IPI. Bern.
- USDA, 1980. Report and Recommendations on Organic Farming. USDA Washington, D. C.

- VEREIJEN, P., 1990a. Integrated nutrient management (INM) for arable farms. Schweiz. Landw. **29**. 359-365.
- VEREIJEN, P., 1990b. Integrierte Nährstoffversorgung im Ackerbau. Schweiz Landw. **29**. 367-371.
- VETTER, H. & FRÜCHTENICHT, K., 1979. Berücksichtigung von Standort, Bodenzustand und Wirtschaftsbedingungen bei der Auswertung der Bodenuntersuchung. Landw. Forsch. Sonderheft. **36**. 24-36.

Érkezett: 1993. július 2.

KÁDÁR IMRE
MTA Talajtani és Agrokémiai
Kutató Intézete, Budapest